

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
Please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

09/379,753

DERWENT-ACC-NO: 1997-053218  
DERWENT-WEEK: 200001  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Determn. of thickness and/or refractive index of thin layers on  
substrate - involves measuring reflection and transmission of light beam  
directed onto sample

INVENTOR: BIRR, O; BUSCHMANN, B ; MAUSBACH, M ; SCHULZ, H

PATENT-ASSIGNEE: WISSENSCHAFTLICH TECH OPTIKZENTRUM  
NRW[WISSN], OPTISENSE GES  
OPTISCHE PROZESSMESSTECHNI[OPTIN]

PRIORITY-DATA: 1995DE-1022188 (June 19, 1995)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
DE 19522188 C2	December 2, 1999	N/A	000	G01B 011/06
DE 19522188 A1	January 2, 1997	N/A	009	G01B 011/06
WO 9700422 A1	January 3, 1997	G	027	G01B 011/06

DESIGNATED-STATES: JP US AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU  
MC NL PT SE

CITED-DOCUMENTS: DE 3234534; DE 3248091 ; EP 257229 ; US 4776695

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
DE 19522188C2	N/A	1995DE-1022188	June 19, 1995
DE 19522188A1	N/A	1995DE-1022188	June 19, 1995
WO 9700422A1	N/A	1996WO-DE01104	June 19, 1996

INT-CL\_(IPC): C23C014/54; C23C016/52 ; G01B011/06 ; G01J003/18 ;  
G01J003/42 ; G01N021/41 ; G01N021/55 ; G01N021/59 ; G02B006/44

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 19522188A

BASIC-ABSTRACT: Process for measuring the thickness and/or the complex  
refractive index of thin layers on substrates comprises measuring the  
reflection (R) and transmission (T) of a light beam (L) directed onto the

sample (12).

The measured value of reflection  $R_{im}(j)$  and transmission  $T_{im}(j)$  for a layer  $i$  are compared to calibrated values for the theoretical reflection  $R_i(j)$  and the theoretical transmission  $T_i(j)$  for different wavelengths  $j$  of the light set  $L$ . The measured reflection  $R_{im}$  and the measured transmission  $T_{im}$  for a number of wavelengths  $j$  are measured and compared in a large spectral region. The wavelengths with small refractive indices are chosen.

An appts. for carrying out the process comprises a light source (1) for sending light with a wide wavelength through conducting fibres to a detector after passing a multiplexer (15, 19). A part of the light reaches the multiplexer directly and a part reflected and transmitted by the sample (12) separately through the multiplexer reaches the detector (16).

USE - The process is used for controlling the coating of substrates with thin films, and for controlling the reactive partial pressure during coating (claimed).

ADVANTAGE - The process can be easily carried out.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/3

TITLE-TERMS:

DETERMINE THICK REFRACT INDEX THIN LAYER SUBSTRATE MEASURE  
REFLECT TRANSMISSION  
LIGHT BEAM DIRECT SAMPLE

DERWENT-CLASS: A89 M13 P81 S02 S03 V07

CPI-CODES: A12-L04B; M13-L;

EPI-CODES: S02-A03B1; S03-A02A; S03-A02B; S03-E04B1A; S03-E04B1B;  
S03-E04B5;  
V07-F01B4;

ENHANCED-POLYMER-INDEXING:

Polymer Index [1.1]

018 ; P1081\*R F72 D01 ; S9999 S1661

Polymer Index [1.2]

018 ; ND01 ; K9416 ; Q9999 Q7794\*R ; Q9999 Q7874 ; Q9999 Q7330\*R  
; Q9999 Q7498 Q7330 ; Q9999 Q7512

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1997-017810

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1997-043578


  
**PCT**
  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
   
 Internationales Büro
   
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
   
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation 6 : <b>G01B 11/06</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 97/00422</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>3. Januar 1997 (03.01.97)</b></p>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE96/01104</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: <b>19. Juni 1996 (19.06.96)</b></p> <p>(30) Prioritätsdaten:  <b>195 22 188.5      19. Juni 1995 (19.06.95)      DE</b></p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):  <b>WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHES OPTIKZENTRUM NORDRHEIN-WESTFALEN (OPTIKZENTRUM NRW) E.V. [DE/DE]; Universitätsstrasse 142, D-44799 Bochum (DE).</b></p> <p>(72) Erfinder; und  <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHULZ, Harald [DE/DE]; Am Schichtmeister 102, D-58453 Witten (DE). MAUS-BACH, Michael [DE/DE]; Talstrasse 19, D-44267 Dortmund (DE). BIRR, Otto [DE/DE]; Eickelscheidt 13, D-40883 Ratingen (DE). BUSCHMANN, Benno [DE/DE]; Semperstrasse 1, D-44801 Bochum (DE).</b></p> <p>(74) Anwalt: <b>BUTENSCHÖN BERGMANN NÖTH REITZLE KRAUS; Mozartstrasse 17, D-80336 München (DE).</b></p> </div> <div style="width: 48%; vertical-align: top;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: <b>JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</b></p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p> </div> </div>		
<p>(54) Title: <b>METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING THE THICKNESS AND/OR COMPLEX REFRACTIVE INDEX OF THIN LAYERS AND THE USE THEREOF FOR CONTROLLING COATING PROCESSES</b></p> <p>(54) Bezeichnung: <b>VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG DER DICKE UND/ODER DES KOMPLEXEN BRECHUNGSINDEXES DÜNNER SCHICHTEN UND VERWENDUNG ZUR STEUERUNG VON BESCHICHTUNGSVERFAHREN</b></p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention concerns a method and device for determining the thickness of one or more thin layers and for determining their complex refractive index, the layers in question being applied to substrates for the purpose of endowing them with new properties. The invention also concerns the use of the said method and device for controlling the coating process. The aim of the invention is to ensure simplicity of operation, facilitate measurement of multiple layer systems in this form, and to create the possibility of carrying out measurements <i>in situ</i> and using the measurements obtained to control the coating process. The problem addressed by the invention is solved by the virtually simultaneous wavelength- and polarisation-resolved measurement of the light reflected and transmitted by the coated substrate.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Dicke von einzelnen oder mehreren dünnen Schichten und/oder des komplexen Brechungsindex, die auf Substrate aufgebracht sind, um den Substraten neue Eigenschaften zu verleihen, sowie die Verwendung zur Steuerung des Beschichtungsprozesses. Mit der Erfindung soll einfach gearbeitet werden können und auch Mehrschichtsysteme in dieser Form gemessen werden können sowie eine Möglichkeit vorhanden sein, die Messungen <i>in-situ</i> durchführen zu können, wobei die Meßergebnisse für die Steuerung des Beschichtungsprozesses verwendbar sind. Durch die nahezu gleichzeitige wellenlängen- und/oder polarisationsaufgelöste Messung des vom beschichteten Substrat reflektierten und transmittierten Lichtes wird die Aufgabe der Erfindung gelöst.</p>		

# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

**Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Dicke  
und/oder des komplexen Brechungsindex dünner  
Schichten und Verwendung zur Steuerung  
von Beschichtungsverfahren**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Dicke von einzelnen oder mehreren dünnen Schichten und/oder des komplexen Brechungsindex, die auf Substrate aufgebracht sind, um den Substraten neue Eigenschaften zu verleihen sowie die Verwendung zur Steuerung des Beschichtungsprozesses.

Es ist bekannt, Schwingquarze zur Schichtdickenmessung im Beschichtungsprozeß zu verwenden, wobei die Eigenfrequenz der Schwingquarze, mit der durch die Beschichtung hervorgerufenen Veränderungen der Masse verstimmt wird.

Weiterhin ist es bekannt, auftretende Lichtinterferenzen auszunutzen, um die Dicke solcher Schichten zu ermitteln. Hierbei wird die Änderung der reflektierten Lichtintensität bei einer einzigen Wellenlänge  $\lambda$  in bezug auf die Beschichtungsdauer ausgewertet. Aufgrund der Veränderung des durch die wachsende Schichtdicke  $d$  vergrößerten optischen Weges  $P = 2 * n_R * d$  verändert sich die reflektierte Lichtintensität. Bei einer bestimmten Schichtdicke erfolgt die Interferenz des vom Substrat reflektierten Lichtstrahles mit dem an der Schichtoberfläche reflektierten Lichtstrahlanteil. Die destruktive Interferenz, die dem Minimum der reflektierten Lichtintensität entspricht, ist mit  $P = \lambda/2$  bestimmbar. Bei bekanntem Brechungsindex  $n_R$  ist die Schichtdicke  $d$  bei destruktiver Interferenz  $d = \lambda/(4 * n_R)$ .

Für die Bestimmung der Dicke mehrerer auch übereinander aufgebrachtten Schichten, ist es erforderlich, für jede einzelne Schicht des Mehrfachschichtsystem ein neues, unbeschichtetes Probeglas zu verwenden.

Mit solchen bekannten Verfahren und Geräten können jeweils nur einzelne Schichten, jedoch nicht das gesamte aufgebraachte Schichtsystem sequenziell gemessen werden.

Für die Bestimmung des komplexen Brechungsindex  $n = n_R + i * n_i$ , der die optischen Eigenschaften beeinflusst, ist ein anderes Meßgerät zusätzlich erforderlich. Hierfür werden üblicherweise Elipsometer durch Winkel aufgelöste Messungen von Reflektion und Transmission außerhalb einer Beschichtungsanlage verwendet.

35

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die einfach arbeiten und auch in der Lage sind Mehrschichtsysteme in dieser Form zu messen sowie eine Möglichkeit zu schaffen, die Messungen In-situ durchzuführen, wobei die Meß-  
5 ergebnisse für die Steuerung des Beschichtungsprozesses verwendet werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 für das Verfahren und des Anspruchs 8 für die Vorrichtung gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungsformen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich mit der Verwendung der in den untergeordneten Ansprüchen enthaltenen Merkmale.  
10

Mit der erfindungsgemäßen Vorgehensweise ist es durch die nahezu gleichzeitige wellenlängen- und/oder polarisationsaufgelöste Messung des vom beschichteten Substrat reflektierten und transmittierten Lichtes  
15 möglich, neben der Bestimmung der Dicke und/oder des komplexen Brechungsindex von Schichten in Mehrschichtsystemen sowohl Ex-situ als auch In-situ beim Beschichten des Substrates zu messen.  
20

Dabei wird quasi simultan der gesamte spektrale Bereich von Reflektion  $R(\lambda)$  und Transmission  $T(\lambda)$  bestimmt. Dieses kann einmal ohne, als auch polarisationsaufgelöst durchgeführt werden, indem die Polarisation in zweifacher Form senkrecht und parallel  
25 polarisiert erfolgt und die senkrecht und parallel polarisierten Anteile  $R_s(\lambda)$ ,  $R_p(\lambda)$ ,  $T_p(\lambda)$ ,  $T_s(\lambda)$   
30 nahezu gleichzeitig gemessen werden.

Die einzelnen Schichten auch von Mehrfach-Schichtsystemen können durch Vergleich der gemessenen Reflek-  
35

tion  $R_{im}(\lambda)$ , Transmission  $T_{im}(\lambda)$  mit den jeweils theoretischen berechneten Reflektions- und Transmissionswerten für die jeweiligen Wellenlängen charakterisiert werden. Dabei bezeichnet der Index  $i$  die jeweiligen Reflektions- und Transmissionswerte nach dem Aufbringen der  $i$ -ten Schicht. Dabei erfolgt der Vergleich für alle theoretisch berechneten mit den gemessenen spektralen Werten für alle ausgewerteten Wellenlängen  $\lambda_j$ ;  $j = 1, 2, 3 \dots m$ . Die Anzahl der ausgewerteten Wellenlängen  $m$  sollte dabei größer als 30, bevorzugt im Bereich oberhalb 250 verschiedenener Wellenlängen  $\lambda_j$  liegen. Entsprechend der auszuwertenden Anzahl  $m$  von verschiedenen Wellenlängen müssen in einem Detektor entsprechend viele lichtempfindliche Sensoren so ein- oder zweidimensional angeordnet sein, daß sie die einzelnen Spektrallinien, die mittels eines dispersiven Elementes erzeugt werden, erfassen können. Die Anzahl kann je nach geforderter Meßgenauigkeit oder einem entsprechend zur Verfügung stehenden Detektor ausgewählt werden.

Neben dem Vergleich mit theoretisch berechneten Werten besteht auch die Möglichkeit eine Auswertung mit einem Soll-Ist-Wertvergleich zwischen den gemessenen und vorab ermittelten Eichwerten, die an Hand von bekannten Proben ermittelt wurden, durchzuführen. Die theoretisch berechneten, wie auch die Eichwerte können dabei in einer Wissensbasis, in einer Auswertereinheit hinterlegt sein und für den Vergleich mit den gemessenen Werten von dort zur Verfügung gestellt werden.

Bei der Berechnung der theoretischen Werte  $R_i(\lambda_j)$  und  $T_i(\lambda_j)$  können durch das Vorgeben von Brechungsindex und Sollsichtdicke bestimmt werden. Die drei Para-

meter  $d$  (Schichtdicke),  $n_R$  und  $n_i$  (komplexer Brechungsindex) können durch die Auswertung einer relativ großen Anzahl Wellenlängen  $\lambda_j$  in einem breiten Spektralbereich (U V bis N I R) durch Inversion eines Matrixgleichungssystems, wie es im späteren noch näher beschrieben wird, ermittelt werden. Für diese Bestimmung werden bevorzugt Wellenlängen ausgewählt, die eine geringe Brechungsindexabhängigkeit haben. Entgegen der herkömmlichen Vorgehensweise unter Verwendung von Interferometern kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die Charakteristik von Reflexion und Transmission eines sequentiell mit mehreren Schichten beschichteten Probeglasses gemessen und anschließend mit den theoretisch berechneten bzw. den Eichwerten verglichen werden. Dadurch ist es möglich, daß ein entsprechend beschichtetes Probeglas während der Messungen nicht gewechselt werden muß und die Charakteristik des gesamten Schichtsystems bestimmbar ist.

Wird das erfindungsgemäße Verfahren für die Steuerung einer Beschichtungsanlage verwendet, führt dies dazu, daß die Abweichungen von den vorgegebenen Sollwerten in bezug auf die Schichtdicke und Brechungsindex für den gesamten relevanten Spektralbereich minimiert wird.

Die Charakteristiken  $R_i$  und  $T_i$  können mit einem Matrixalgorithmus, wie er in M. Born, E. Wolf; "Principles of Optics"; Pergamonpress; Oxford; 1980 beschrieben ist, berechnet werden. Jede einzelne der Schichten eines Mehrschichtsystems wird dabei durch eine komplexe  $2 \times 2$  Matrix  $M_i$  beschrieben. Dabei sind die Parameter in der Matrix die Schichtdicke

d sowie der Realteil des Brechungsindex  $n_R$ , der Imaginärteil des Brechungsindex  $n_i$ .

5 Werden beispielsweise 256 verschiedene Wellenlängen für die Bestimmung der Schichtcharakteristik herangezogen, erfolgt der Vergleich für jede einzelne gemessene Wellenlänge mit der berechneten bzw. dem vorab als Eichwert ermittelten und gespeicherten Wert. Wellenlängenaufgelöst mit:

$$\sum_{j=1}^{256} [T_i(\lambda_j) - T_{im}(\lambda_j)]^2 / 256 = \text{Min}$$

10

$$\sum_{j=1}^{256} [R_i(\lambda_j) - R_{im}(\lambda_j)]^2 / 256 = \text{Min}$$

Polarisationsaufgelöst mit:

$$\sum_{j=1}^{256} [T_{ip}(\lambda_j) - T_{ipm}(\lambda_j)]^2 / 256 = \text{Min}$$

$$\sum_{j=1}^{256} [T_{is}(\lambda_j) - T_{ism}(\lambda_j)]^2 / 256 = \text{Min}$$

$$\sum_{j=1}^{256} [R_{ip}(\lambda_j) - R_{ipm}(\lambda_j)]^2 / 256 = \text{Min}$$

15

Vorteilhaft ist es dabei, daß die Möglichkeit besteht, korrigierend in den Beschichtungsprozeß einzugreifen, wenn ermittelt wird, daß eine Schicht im

$$\sum_{j=1}^{256} [R_{is}(\lambda_j) - R_{ism}(\lambda_j)]^2 / 256 = \text{Min}$$

aufgebrachten Schichtsystem nicht den Vorgaben entspricht. Ein solcher Fehler kann dadurch korrigiert werden, daß bei mindestens einer nachfolgend aufzubringenden Schicht die entsprechenden Parameter verändert werden.

Im folgenden soll der mathematische Algorithmus, der für die Berechnung der Charakteristiken von Reflexion und Transmission verwendet wird, näher beschrieben werden. Dabei werden vorab Substratmaterial, Eintrittsmedium und Austrittsmedium sowie die Anzahl der Schichten, deren Reihenfolge und die entsprechenden Schichtdicken eingegeben. Anschließend erfolgt die Berechnung der Matrix für jede einzelne Schicht mit Hilfe von in einer Materialdatei abgelegten entsprechenden materialspezifischen Einzelwerten oder wie dies bereits aufgeführt wurde für gespeicherte, gemessene Eichwerte  $m_R(\lambda_j)$ ,  $n_i(\lambda_j)$ . Mit  $M_i$  wird die Matrix der i-ten Schicht bezeichnet und die Matrix eines Schichtsystems  $M_i^*$  kann für i-Schichten mit

$$M_i^* = M_i \begin{matrix} a_i & b_i \\ c_i & d_i \end{matrix} \dots M_3 * M_2 * M_1 =$$

bestimmt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit einer Meßvorrichtung durchgeführt werden, bei der ein möglichst kollimierter Lichtstrahl einer als bevorzugt Weißlichtquelle ausgebildeten Lichtquelle eingesetzt werden, um eine solche auch direkt in Beschichtungsanlagen einsetzen zu können. Der so gesendete Lichtstrahl wird hierbei bevorzugt durch ein Schutzrohr mit einem

großen Verhältnis zwischen Länge und Durchmesser geführt, um die gesamte Optik vor einer Beschichtung zu schützen. Der relativ kleine Durchmesser des Schutzrohres bewirkt eine geringe Winkeltoleranz für den Einfallswinkel des reflektierten Lichtes auf ein Probeglas.

Für eine erfindungsgemäße Vorrichtung kann bevorzugt eine stark kollimierte Weißlichtquelle mit hoher Lichtintensität in Form einer Halogenreflektorlampe verwendet werden, die einen parabolisch geformten Reflektor und eine Axialwendel aufweist, die den Öffnungswinkel des Lichtkegels im Bereich von 5° bis 12° halten. Durch zusätzliche Beschichtung der Halogenreflektorlampe kann die spektrale Charakteristik einer solchen Lichtquelle  $L(\lambda_j)$  gemeinsam mit der spektralen Charakteristik eines Detektors  $D(\lambda_j)$  so beeinflusst werden, daß eine möglichst geringe spektrale Variation auftritt:

$$L(\lambda_j) * D(\lambda_j) \approx L(\lambda_k) * D(\lambda_k) \text{ für } j \neq k$$

dadurch wird die Dynamik der Messung wellenlängenunabhängig. Bevorzugt wird die verwendete Lichtquelle mit einer Gleichspannung betrieben und so eine hohe Konstanz der Lichtemission über einen bestimmten Zeitraum erreicht.

Der von der Lichtquelle gesendete Lichtstrahl wird kollimiert und im Anschluß daran in eine Lichtleitfaser fokussiert.

Hierfür wird bevorzugt eine gezogene Lichtleitfaser eingesetzt, die sich in Strahlrichtung konisch verjüngt, um die Totalreflexion am Fasermantel so auszunutzen, daß das aus der konischen Lichtleitfaser austretende Licht auf einen Durchmesser von etwa 100  $\mu\text{m}$

bis 300  $\mu\text{m}$  gebündelt ist. Mittels eines Y-Kopplers erfolgt eine Teilung des gesendeten Lichtstrahles und ein Teil des Lichtstrahles wird auf die Probe und ein anderer Teil direkt auf einen Detektor gerichtet. Die  
5 Teilung des Lichtstrahles kann dabei beispielsweise neben dem Y-Koppler auch mit zwei dicht benachbarten Lichtleitfasern erfolgen.

Eine sich konisch verjüngende Lichtleifaser hat den  
10 Vorteil, daß das durch diese geführte Licht eine hohe Leuchtdichte aufweist.

Die in einen Sendekopf eingeführte Lichtleitfaser ist mit einem herkömmlichen Faserstecker an diesem befestigt und das austretende Licht wird erneut  
15 kollimiert, um ein paralleles Lichtbündel zu erhalten. Durch Austausch verschiedener Linsen im Sendekopf kann konvergentes oder divergentes Licht, entsprechend des Abstandes zwischen Sendekopf und Probe  
20 beziehungsweise des Krümmungsradius der Probe, eingestellt werden.

Das auf die Probe auftreffende Licht wird dort teilweise reflektiert und mittels eines weiteren Strahlteilers und zusätzlicher Kollimatorlinsen in einen  
25 Empfangskopf auf eine weitere Lichtleitfaser gegeben, die das reflektierte Licht R zu einem Multiplexer leitet. Das durch die Probe transmittierte Licht gelangt ebenfalls durch Kollimatorlinsen eines zweiten  
30 Empfangskopfes durch eine Lichtleitfaser zum Multiplexer, in dem das reflektierte Licht R, das transmittierte Licht T und das gesendete Licht L zusammengeführt werden. Der Multiplexer ist dabei so ausgeführt, daß er nahezu zeitgleich intermittierend jeweils einen Teil dieses Lichtes L ( $\lambda_j$ ), R ( $\lambda_j$ ) und  
35

T ( $\lambda_j$ ) auf ein mittels fasergekoppeltes Spektrometer richtet.

- Bei der wellenlängenaufgelösten Messung besteht der
- 5 Multiplexer aus einem Dreifacheingang mit drei Lichtleitfasern, die bevorzugt einen Durchmesser von etwa 500  $\mu\text{m}$  haben und einer einzigen Ausgangsfaser zum als dispersiven Element ausgebildeten Spektrometer. Zur Verminderung von Koppelverlusten sind die drei Licht-
- 10 leitfasern des Multiplexers in einem Abstand, der kleiner als 1mm ist von den Lichtleitfasern L, R und T angeordnet. In diesem relativ kleinen Zwischenraum können sich beispielsweise elektromechanische oder elektrooptische Verschlüsse befinden, mit denen es
- 15 möglich ist, jeweils einen der drei Kanäle freizugeben und die anderen zu sperren, so daß immer nur Licht aus einem Lichtleitfaser auf den Detektor geführt wird.
- 20 Dabei ist es besonders vorteilhaft, die elektromechanischen Verschlüsse oder andere äquivalent wirkende Mittel so auszubilden, daß die Zeit der Freigabe für jeden Kanal separat und in unterschiedlicher Länge einstellbar ist, um diese Zeit, der bevorzugt eben-
- 25 falls kanalspezifisch einstellbaren Integrationszeit des Detektors im Spektrometer anzupassen. Dadurch kann je nach Beschichtungsart (Antireflexion, Hochreflexion), und der entsprechenden Höhe der reflektierten/transmittierten Lichtenergie eine optimale Aus-
- 30 steuerung des Detektors erreicht werden. Die Integrationszeit ist dabei bevorzugt im Bereich von etwa 100 bis 500 ms variabel einstellbar, und so eine nahezu gleichzeitige Messung der drei Kanäle möglich.

Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich mit einer polarisationsaufgelösten Messung von reflektiertem und transmittiertem Licht. Hierbei werden an Stelle der vorbeschriebenen Strahlteiler Polarisatoren und Analysatoren zur Erzeugung des polarisierten und anschließenden Auswertung des beispielsweise senkrecht und parallel polarisierten Lichtanteiles verwendet. Wird das Licht parallel und senkrecht polarisiert, ist an Stelle des Multiplexers mit drei Kanälen ein entsprechender mit fünf verschiedenen Kanälen zu verwenden. Die polarisationsaufgelöste Messung ist besonders zur Charakterisierung von Dünnschichtpolarisator-Schichten geeignet.

Nachfolgend soll die Erfindung an Ausführungsbeispielen näher beschrieben werden.

Dabei zeigt:

- Figur 1 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung für eine wellenlängenaufgelöste Messung;
- Figur 2 eine Vorrichtung für eine polarisationsaufgelöste Messung und
- Figur 3 eine spezielle Konstruktion für eine erfindungsgemäße Vorrichtung.

Eine als Weißlichtlampe ausgeführte Lichtquelle 1 mit einem parabolisch geformten Reflektor 2 sendet Licht über eine Kollimatorlinse 3 in eine sich konisch verjüngende Lichtleitfaser 4. Über eine weitere Lichtleitfaser 6 gelangt das Licht zur Teilung des Lichtstrahles in einen Y-Koppler 7 und wird von diesem einmal direkt in einer Lichtleitfaser L zu einem

Dreifachmultiplexer 15 geleitet und der andere Teil des Lichtstrahles gelangt in einen Sendekopf, in dem es mit einem Faserstecker 8 gehalten ist. Im Sendekopf wird dieser Teil des Lichtstrahles durch eine Kollimatorlinse 9, einen Strahlteiler 10, eine Schutzscheibe 11 auf eine Probe 12 gesendet. Die Schutzscheibe 11 ist hierbei bevorzugt in einem Winkel größer  $0^\circ$  und kleiner als ca.  $10^\circ$  geneigt, um Reflexionen zur Einkoppellichtfaser zu vermeiden und den Lichtdurchgang polarisationsunabhängig zu halten.

Zwischen der Schutzscheibe 11 und der Probe 12 wird das Licht von einem Schutzrohr 5, mit großem Aspektverhältnis umschlossen.

Der von der Probe 12 reflektierte Teil des Lichtes wird mit Hilfe des Strahlteilers 10 umgelenkt. Durch eine weitere im Sensorkopf angeordnete Kollimatorlinse 17 wird es in eine weitere Lichtleitfaser R und durch diese zum Multiplexer 15 geführt.

Unterhalb der Probe 12 ist eine weitere Kollimatorlinse 13 angeordnet, durch die das durch die Probe 12 transmittierte Licht über die Lichtleitfaser T, die wiederum mit einem Faserstecker 14 befestigt ist, ebenfalls zum Multiplexer 15 gesendet.

Im Multiplexer 15 ist schematisch dargestellt, daß dieser drei Eingänge L, R und T aufweist und dort Einkoppelstellen für jeden dieser Eingänge vorhanden sind. Der Multiplexer 15 verfügt über einen Ausgang, in dem das Licht zu einem Detektor 16 geführt ist, der ein Spektrometer (bevorzugt ein Gitterspektrometer) und eine entsprechend große Anzahl lichtempfindlicher Sensoren aufweist. Dabei müssen die Sensoren

so angeordnet sein, daß eine wellenlängenaufgelöste Erfassung möglich ist. Im Multiplexer 15 können nicht dargestellte elektromechanische Verschlüsse angeordnet sein, die die Austrittsöffnungen der Lichtleitfasern L, R und T freigeben oder verschließen können und zwar so, daß jeweils nur einer der Kanäle freigegeben ist. Die mit den lichtempfindlichen Sensoren erfaßten Meßwerte werden einer Auswerte- und Steuereinheit 18 zugeführt, in der ein Soll-Ist-Wertvergleich mit theoretisch berechneten oder in einem dort befindlichen Speicher abgelegten Eichwerten durchgeführt wird. Der an der Auswerte- und Steuereinheit 18 vorhandene Pfeil soll die Möglichkeit wiedergeben, die darin besteht, das Vergleichsergebnis direkt für die Steuerung des Beschichtungsprozesses zu verwenden. Insbesondere bei reaktiven Prozessen kann das erzeugte Steuersignal benutzt werden. Dank der frühzeitigen Erkennung, kann beispielsweise bei nicht ausreichendem reaktiven Partialdruck, erkannt werden, ob die Schicht die geforderte Stöchiometrie besitzt oder nicht. So kann beispielsweise bei der Aufbringung von Siliziumoxidschichten erkannt werden, ob Siliziummonoxid oder Siliziumdioxid gebildet worden ist, da Siliziummonoxid gegenüber Siliziumdioxid eine erhöhte Absorption aufweist, die in vielen Anwendungsfällen nicht erwünscht ist.

Die Figur 2 zeigt ein Beispiel für eine Möglichkeit einer polarisationsaufgelösten Messung. Dabei sind gleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen, wie bei der Figur 1 gekennzeichnet.

Ein Teil des von einer Lichtquelle 1 gesendeten Lichtes wird über eine Lichtleitfaser L direkt auf einen Fünffachmultiplexer 19, der bis auf die Anzahl der

Eingangskanäle dem bei der Beschreibung der Figur 1 verwendeten Multiplexer 15 entspricht, gesendet. Ein anderer Teil des Lichtes der Lichtquelle 1 wird über eine Kollimatorlinse 3 durch einen Polarisator 20, in dem das Licht parallel und senkrecht polarisiert wird, auf die Probe 12 gerichtet. Das polarisierte Licht fällt dabei in einem bestimmten Einfallswinkel auf die Probe 12, so daß kein Strahlteiler, wie das bei dem Beispiel nach Figur 1 der Fall war, erforderlich ist. Entsprechend dem Einfallswinkel des polarisierten Lichtes ist ein Analysator 21 in einem entsprechenden Ausfallswinkel, zum Empfang des von der Probe 12 reflektierten Lichtes angeordnet. Mit dem Analysator 21 wird das polarisierte Licht in die parallel und senkrecht polarisierten Bestandteile getrennt und unter Verwendung von nur schematisch dargestellten Linsen in Lichtleitfasern  $R_p$  und  $R_s$  geleitet. Durch diese beiden Lichtleitfasern  $R_p$  und  $R_s$  wird das Licht zum Multiplexer 19 gesendet.

Für die Aufteilung des durch die Probe 12 transmittierten Lichtanteiles ist ein weiterer Analysator 21, entsprechend der Ausrichtung des von der Lichtquelle 1 gesendeten Lichtes angeordnet und spaltet den senkrecht und parallel polarisierten Lichtanteil auf. Über zwei weitere Lichtleitfasern  $T_p$  und  $T_s$  gelangen auch diese beiden Lichtanteile zum Multiplexer 19.

Der Multiplexer arbeitet in der bereits beschriebenen Art, wie der Multiplexer 15. Der einzige Unterschied besteht darin, daß an Stelle der drei Kanäle nunmehr fünf Kanäle geöffnet oder geschlossen werden müssen. Intermittierend gelangt dann der jeweilige Anteil des Lichtes zum Detektor 16, der ebenfalls, wie das bei der Figur 1 bereits beschrieben wurde, ausgebildet

ist. Die einzelnen Meßwerte werden vom Detektor 16, wie das schematisch mit dem Pfeil dargestellt ist, zur weiteren Verarbeitung weitergeleitet. Hierbei wird ebenfalls ein Soll-Ist-Wertvergleich durchgeführt und die Ergebnisse können ebenfalls zur Steuerung des Beschichtungsprozesses verwendet werden.

Die Figur 3 gibt eine konstruktiv ausgeführte Meßvorrichtung wieder, bei der die Winkeltoleranz unter Verwendung von sechs Stangen (Hexapoden) in besonders günstiger Form für den Einfallswinkel des reflektierten Lichtes auf die Probe 12, in Verbindung mit dem relativ kleinen Durchmesser des Schutzrohres 5 eingehalten wird.

## Patentansprüche

- 5        1.    Verfahren zur Messung der Dicke und/oder des  
komplexen Brechungsindex von auf Substraten  
aufgebrachten dünnen Schichten,  
bei dem,  
die Reflektion R und Transmission T eines auf  
10        eine zu bestimmende Probe (12) gerichteten  
Lichtstrahles L wellenlängen- und/oder polarisa-  
tionsaufgelöst nahezu gleichzeitig gemessen wer-  
den.
- 15        2.    Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-  
net, daß die gemessenen Werte der Reflektion  $R_{im}$   
( $\lambda_j$ ) und der Transmission  $T_{im}$  ( $\lambda_j$ ) für eine zu  
bestimmende Schicht i mit in einer Wissensbasis  
gespeicherten, berechneten oder in Vergleichs-  
20        messungen ermittelten Eichwerten für die theore-  
tische Reflektion  $R_i$  ( $\lambda_j$ ) und der theoretischen  
Transmission  $T_i$  ( $\lambda_j$ ) für verschiedene Wellenlän-  
gen  $\lambda_j$  des gesendeten Lichtes L einem Soll-Ist-  
Wertvergleich unterzogen werden.
- 25        3.    Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß die gemessene Reflektion  $R_{im}$   
und die gemessene Transmission  $T_{im}$  für eine gro-  
ße Zahl von Wellenlängen  $\lambda_j$  in einem großen  
30        Spektralbereich gemessen und verglichen werden.
- 35        4.    Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1  
bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß Wellenlängen  
 $\lambda_j$  mit geringer Brechungsindexabhängigkeit aus-  
gewählt werden.

5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich das Spektrum des auf die Probe (12) gerichteten Lichtes L ( $\lambda_j$ ) gemessen wird.
- 5
6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Spektren des einfallenden Lichtes L ( $\lambda_j$ ), des reflektierten Lichtes R ( $\lambda_j$ ) und des transmittierten Lichtes T ( $\lambda_j$ ) mit einem Spektrometer intermittierend, jedoch nahezu zeitgleich, gemessen werden.
- 10
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßzeit der einzelnen Komponenten des einfallenden Lichtes L, des reflektierten Lichtes R und des transmittierten Lichtes T, optimale Integrationsverhältnisse erreichend, variiert werden.
- 15
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Lichtquelle (1) Licht, mit einem breiten Wellenlängenbereich durch Lichtleitfasern (4, 6, L, R, T, R<sub>1</sub>, R<sub>s</sub>, T<sub>p</sub>, T<sub>s</sub>), einem Detektor (16) nach passieren eines intermittierend auf Durchlaß schaltenden Multiplexers (15, 19) sendend vorhanden ist, wobei ein Teil des Lichtes direkt zum Multiplexer (15, 19) und der von einer Probe (12) reflektierte und der durch die Probe (12) transmittierte Lichtanteil getrennt durch den Multiplexer (15, 19) auf den Detektor (16) gelangt.
- 20
- 25
- 30

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (1) eine Weißlichtquelle ist.
- 5 10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Licht der Lichtquelle (1) in eine sich konisch verjüngende Lichtleitfaser (4) einkoppelbar ist.
- 10 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfaser (4) von einem Schutzrohr (5) mit großem Verhältnis von Länge zu Durchmesser umschlossen ist.
- 15 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Schutzrohr (5) metallisch ist.
- 20 13. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfaser (6) von einem Polyimidmantel umschlossen ist.
- 25 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtstrahl vor auftreffen auf die Probe (12) mit einem Y-Koppler (7) teilbar ist.
- 30 15. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche von 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Optiken mit Schutzscheiben geschützt sind.
- 35 16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzscheiben in einem Winkel größer  $0^\circ$  und bis zu ca.  $10^\circ$  zum Lichtstrahl geneigt sind.

17. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche von 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektor (16) aus einem dispersiven Element und einem ein- oder zweidimensionalen Feld definiert angeordneter lichtempfindlicher Sensoren gebildet ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das dispersive Element ein Spektrometer ist.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das dispersive Element ein Gitterspektrometer ist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (1) einen parabolisch geformten Reflektor (2), einen Öffnungswinkel des Lichtkegels im Bereich zwischen 5 bis 10° sichernd, aufweist.
21. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche von 8 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Multiplexer (15, 19) eine getrennte Zuleitung des von der Lichtquelle (1) abgestrahlten Lichtes L, des von der Probe (12) reflektierten Lichtes R und des durch die Probe (12) transmittierten Lichtes T ermöglichende elektromechanische oder elektrooptische Verschlüsse aufweist.
22. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche von 8 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des von der Lichtquelle (1) über einen Polarisator (20) auf die Probe (12) richtbar ist und das von der Probe (12) reflektierte Licht

und das durch die Probe transmittierte Licht über Analysatoren (21), in mindestens zwei unterschiedlich polarisierte Bestandteile zerlegt dem Multiplexer (19) zuführbar sind.

5

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Multiplexer (19) eine getrennte Zuleitung des von der Lichtquelle (1) abgestrahlten Lichtes, des von der Probe (12) reflektierten und polarisierten Lichtes  $R_r$ ,  $R_s$  und des durch die Probe (12) transmittierten Lichtes  $T_r$ ,  $T_s$  ermöglichende elektromechanische oder elektrooptische Verschlüsse aufweist.

10

24. Verwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 zur Steuerung der Beschichtung von Substraten mit dünnen Schichten.

15

25. Verwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 zur Steuerung des reaktiven Partialdruckes bei der Beschichtung von Substraten.

20

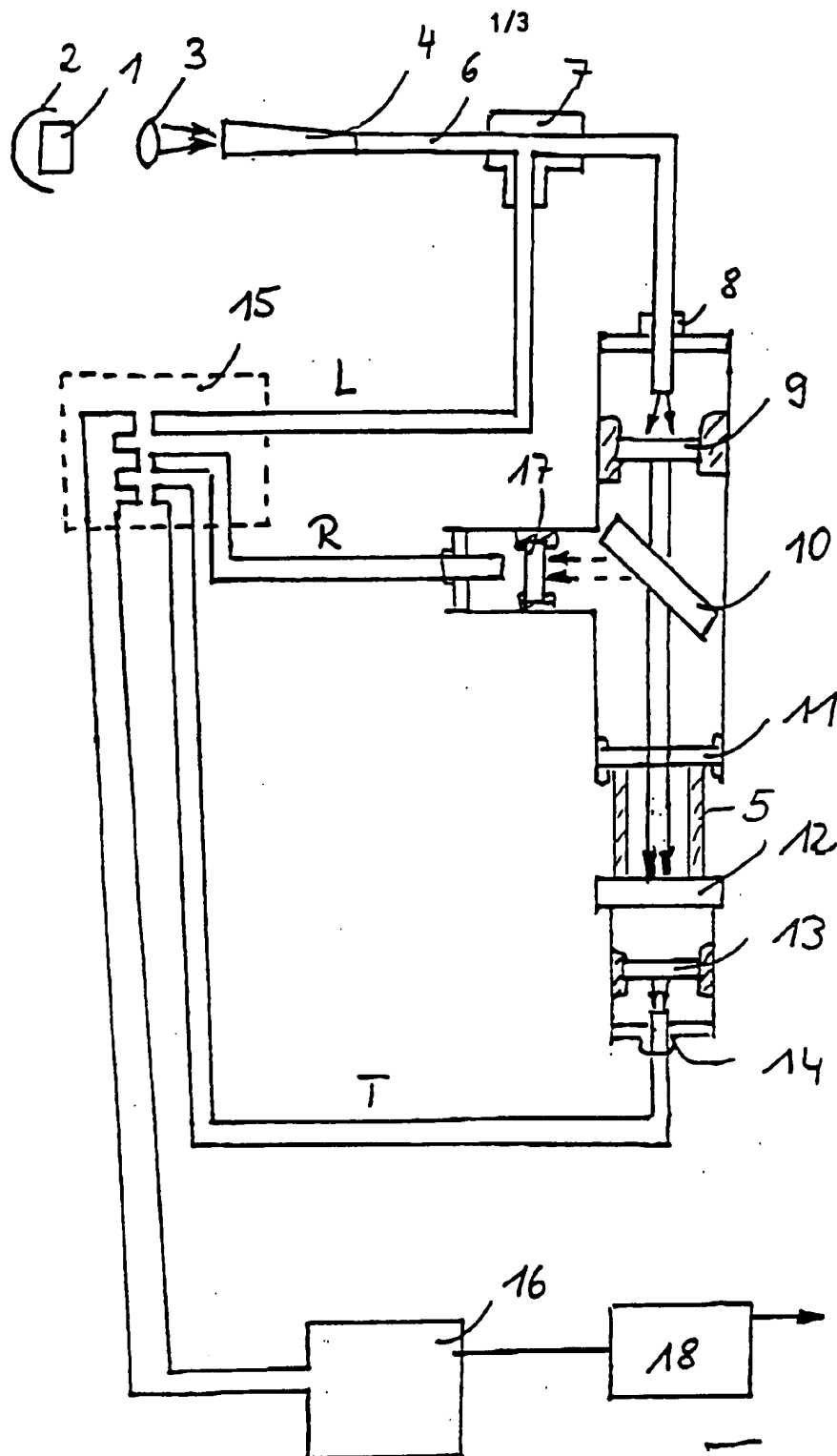


Fig. 1

2/3

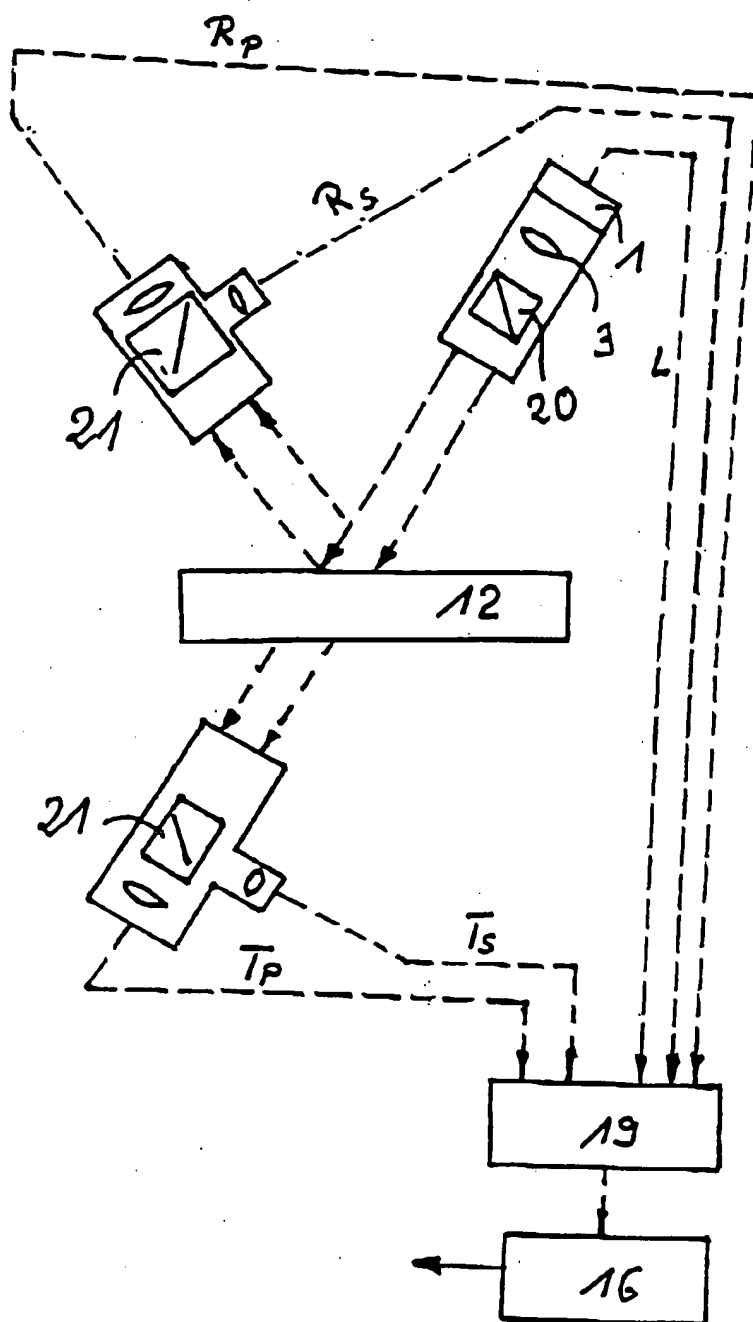


Fig. 2

3/3

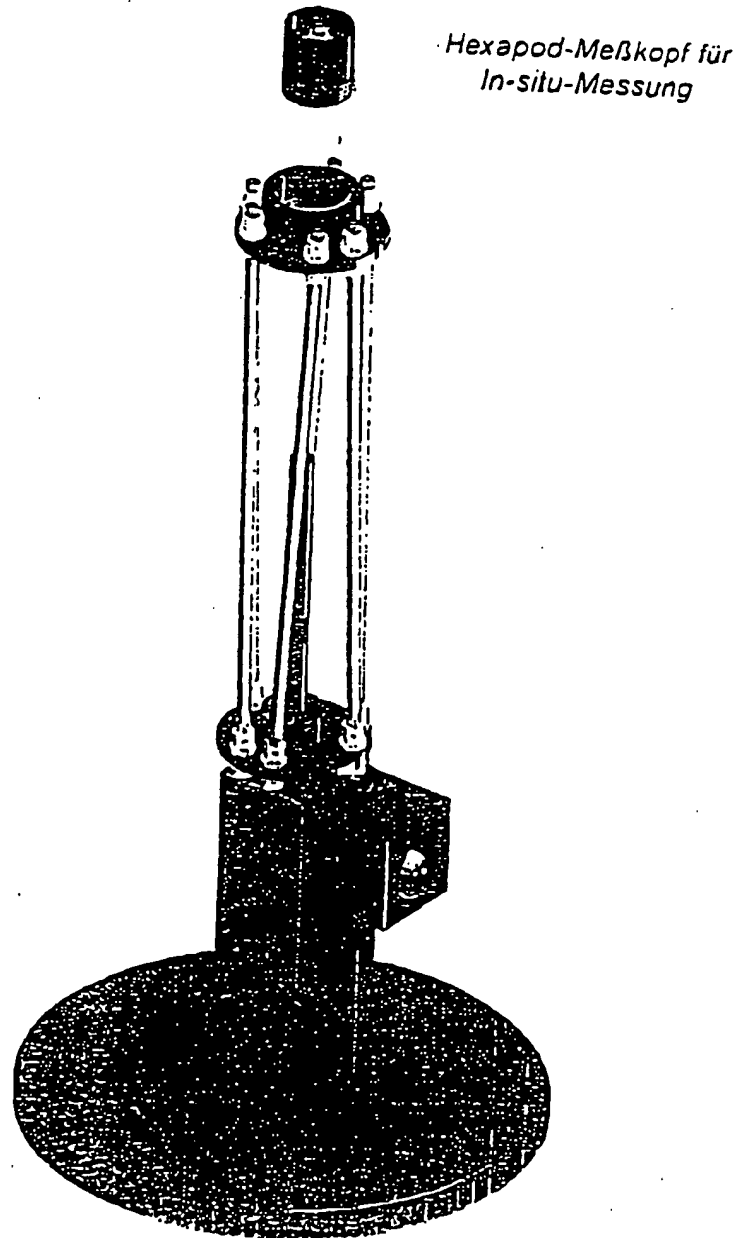


Fig. 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No

PCT/DE 96/01104

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 G01B11/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X  A	DE,A,32 34 534 (M.A. ORLOV ET AL.) 10 May 1984  siehe die gesamte Druckschrift ; see figures 1-3 ---	1-3,5-9, 15,17, 21,24 4,25
X	DE,A,32 48 091 (LEYBOLD HERAEUS GMBH) 28 June 1984  Siehe die gesamte Druckschrift ; see figures 1,2 --- -/-	1-9, 15-21, 24,25

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 September 1996

Date of mailing of the international search report

02.10.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Visser, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 96/01104

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US,A,4 776 695 (HUNG VAN PHAM, W.K. BORGUM, C. MALLORY.) 11 October 1988  siehe die Einführung ; see column 3, line 51 - column 5, line 9 see column 6, line 38 - column 6, line 43; figures 1,3,5	1-11,14, 17-19,24 1-11, 17-19,24
X Y	EP,A,0 257 229 (LEYBOLD-HERAEUS GMBH) 2 March 1988  Siehe die gesamte Druckschrift ; see figures 1-18 -----	1-12,15, 17-19, 21,24 1-11, 17-19,24

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 96/01104

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A-3234534	10-05-84	NONE	
DE-A-3248091	28-06-84	GB-A, B 2133539 JP-A- 59133413	25-07-84 31-07-84
US-A-4776695	11-10-88	NONE	
EP-A-257229	02-03-88	DE-A- 3627232 DE-D- 3751765 JP-A- 63113347 US-A- 4832490	18-02-88 09-05-96 18-05-88 23-05-89

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 96/01104

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	US,A,4 776 695 (HUNG VAN PHAM, W.K. BORGUM, C. MALLORY.) 11.Oktober 1988  siehe die Einführung ; siehe Spalte 3, Zeile 51 - Spalte 5, Zeile 9 siehe Spalte 6, Zeile 38 - Spalte 6, Zeile 43; Abbildungen 1,3,5 ---	1-11,14, 17-19,24 1-11, 17-19,24
X Y	EP,A,0 257 229 (LEYBOLD-HERAEUS GMBH) 2.März 1988  Siehe die gesamte Druckschrift ; siehe Abbildungen 1-18 -----	1-12,15, 17-19, 21,24 1-11, 17-19,24

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int: nales Aktenzeichen

PCT/DE 96/01104

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A-3234534	10-05-84	KEINE	
DE-A-3248091	28-06-84	GB-A,8 2133539 JP-A- 59133413	25-07-84 31-07-84
US-A-4776695	11-10-88	KEINE	
EP-A-257229	02-03-88	DE-A- 3627232 DE-D- 3751765 JP-A- 63113347 US-A- 4832490	18-02-88 09-05-96 18-05-88 23-05-89

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)